

6) Уменьшить попадание осадков в чердачное помещение через вытяжную шахту, и улучшить условия его эксплуатации.

7) Снизить электропотребление вентиляционного оборудования.

8) Обеспечить вентиляцию помещений квартир нижних этажей в теплый период года.

Системы естественной вентиляции с эжектированием могут быть применены как при новом строительстве, так и при реконструкции зданий. Относительно небольшие капитальные затраты на устройство систем окупаются за счет энергосбережения при работе вентиляционного оборудования. Сравнительное энергопотребление оборудования приведено в таблице. Индивидуальные бытовые вентиляторы и общий радиальный выбраны с минимальным энергопотреблением.

Сравнительное энергопотребление вентиляционного оборудования

Тип вентилятора	Кол-во квартир	Кол-во на 1 квартиру, шт.	Всего шт.	Расход воздуха, м ³ /ч	Мощность вентилятора, Вт	Суммарная мощность, Вт
Индивидуальный	16	3	48	2560	7,5-20	360-960
Общий	(4этажа)	-	1		120	120

Список использованных источников

1. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 /Госстрой России. М. : ФАУ «ФЦС», 2012. 76 с.

2. ГОСТ 17079-88. Блоки вентиляционные железобетонные. Технические условия М. : Стандартиформ, 2005. 8 с.

3. Теоретические основы вентиляции. Аэродинамика : учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / Р.Н. Шумилов. Екатеринбург : УГТУ. 2000. 92с.

4. Рекомендации по проектированию железобетонных крыш с теплым чердаком для жилых зданий различной этажности. Утвер. прот. ОАО «ЦНИИЭП жилища» от 25 октября 1979. № 34. 13 с.

5. ТР АВОК-5.2-2012 Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах жилых зданий М. : АВОК, 2012. 26 с.

УДК 536.2; 621.1

Гильметдинова Ю. Р., Микула В. А., Вальцев Н. В.
Уральский федеральный университет
y.gilmetdinova@mail.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РЕКУПЕРАТИВНОГО НАГРЕВАТЕЛЯ КОМПРИМИРОВАННОГО ВОЗДУХА

Аннотация. Рассматриваются схемы рекуперативного нагревателя компримированного воздуха. Проведено моделирование и исследование топки котла. Определены удельные затраты для двух имеющихся конструкций. По результатам исследований выбрана наиболее оптимальная схема рекуперативного нагревателя компримированного воздуха и проведен ее тепловой расчет.

Одним из перспективных направлений развития ПГУ на твердом топливе являются ПГУ-ВЦГ с внешним сжиганием топлива. Основным достоинством этой схемы является снижение нагрузки на «остров газификации» – газификатор с газоохладителем и систему газоочистки – за счет сокращения потребности в топливном газе, что ведет к уменьшению производительности системы подготовки рабочего тела и, соответственно, ее габаритов и стоимости. Снижение нагрузки на узел подготовки рабочего тела для ГТ достигается за счет высокотемпературного нагрева циклового воздуха (до 750-1000 °С). Одним из ключевых элементов схемы с внешним сжиганием является рекуперативный нагреватель компримированного воздуха или так называемый «воздушный» котел, где происходит нагрев воздуха до максимально возможной температуры.

Рассматриваются два вида конкурирующих конструкций котла: радиационно-конвективный и чисто конвективный.

При разработке рекуперативного нагревателя компримированного воздуха первоочередной задачей является снижение металлоемкости, т.к. для поверхностей нагрева воздухонагревателя (ВН) (с давлением на металл 2-3 МПа) приемлемыми остаются металлы, рассчитанные на длительную работу при температурах до 950 °С (ХН67ВМТЮ, ХН60ВТ). Однако стоимость сплавов, способных работать при температурах ~ 900 °С по сравнению со сплавами, рассчитанными на ~ 650 °С, выше в 7-10 раз.

Одним из основных средств для снижения металлоемкости поверхностей нагрева ВН принято использование труб с меньшим диаметром (10-30 мм)

Для конвективных поверхностей нагрева оптимальные скорости определялись по минимуму дисконтированных затрат на металл и составили 2-5 м/с (продукты сгорания - 1000...500 °С, диаметр трубок – 10...30 мм, воздух – 2 МПа, 400...800 °С), удельные затраты составили при температуре воздуха 450 °С – 0,07...0,14 тыс. руб./(кВт·год); 550 °С – 0,22...0,4; 650 °С - 0,6...1,15; 750 °С – 0,7...2,1, при этом обеспечивается температура металла не выше 900 °С.

С целью изучения радиационной части ВН было произведено моделирование сжигания в топке с помощью программного пакета SigmaFlow. Геометрия топки 12×12×30 м, с 12 круглыми горелками. Для обеспечения необходимых для воздуха проходных сечений использовались трубы диаметром 60 мм.

Данные для расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Данные для проведения расчетов в SigmaFlow

Топливо	Кузнецкий уголь 1С	
Параметры	Размерность	Величина
Расход топлива	кг/с	12,1
Расход воздуха	м³/ч	350000
Температура воздуха	°С	370
Температура среды в экранах	°С	750
Коэффициент теплоотдачи к воздуху	Вт/(м²·К)	700
Степень черноты топочных экранов		0,9

Как показали результаты расчетов (рис. 1б), для того чтобы удерживать температуру стенки экранов в допустимых пределах ($\sim 1000^{\circ}\text{C}$), необходимо увеличить скорость воздуха до 47 м/с. При этом длина экранных труб диаметром 60 мм составляет 5,2 м, а их количество 494 шт.

Удельные затраты при скорости 47 м/с составляют 1,46 тыс. руб./($\text{кВт}\cdot\text{год}$), что является выше, чем величина удельных затрат для конвективной секции ВН при температуре нагрева воздуха $700\text{--}800^{\circ}\text{C}$ и диаметре трубы 10 мм. К тому же есть достаточное количество проблем связанные с компоновкой и со стабилизацией процесса сжигания в топке.

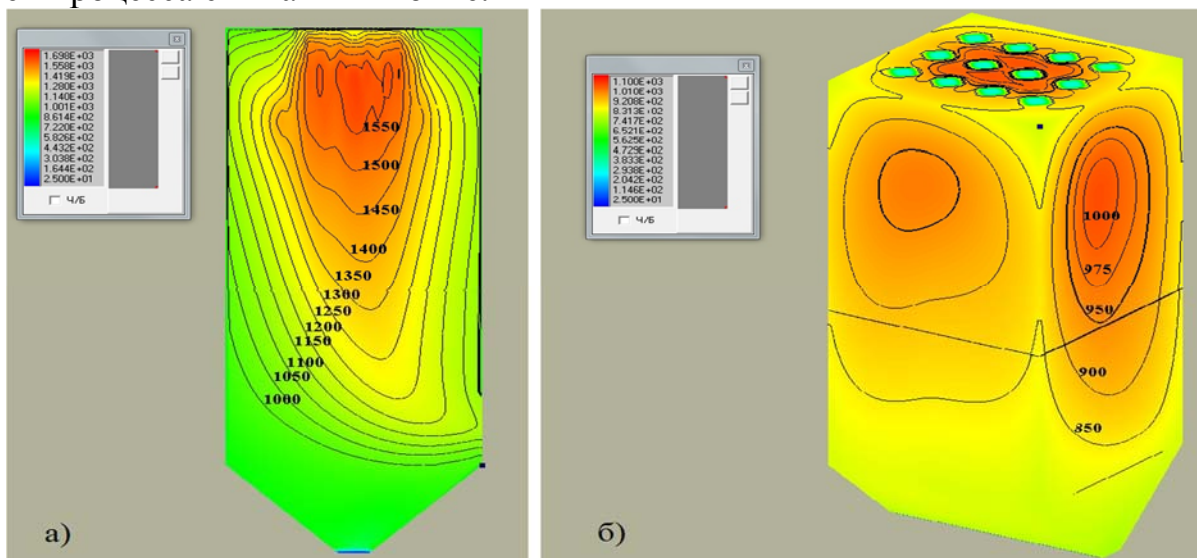


Рис. 1. а) Поле температур факела в топке ВН;
б) Поле температур стенок поверхностей нагрева в топке ВН

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что на данном этапе исследований чисто конвективная конструкция ВН с адиабатным предтопком является привлекательней, чем радиационно-конвективная конструкция. Схема конвективного рекуперативного нагревателя компримированного воздуха с адиабатным предтопком представлена на рис. 2.

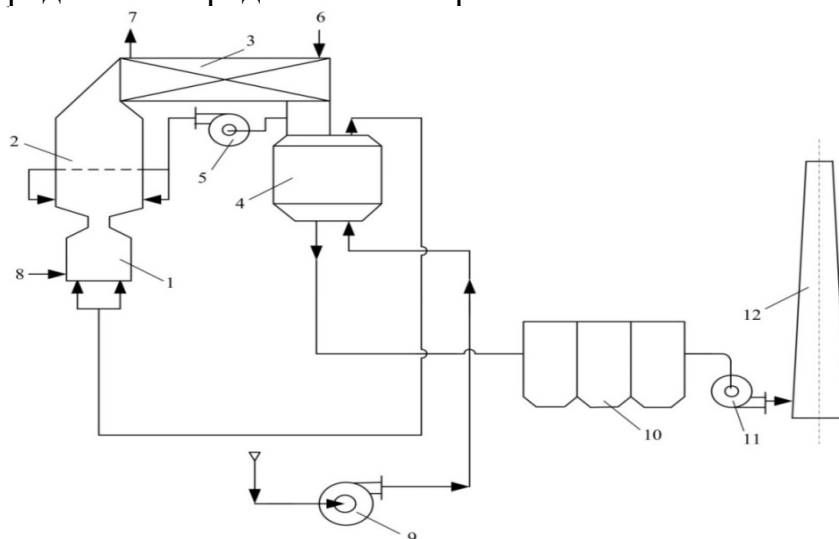


Рис. 2. Схема конвективной воздушнонагревательной установки:
1-адиабатный предтопок; 2 – камера смешения; 3 – конвективный воздушнонагреватель;
4 – регенеративный воздухоподогреватель; 5 – дымосос рециркуляции газов; 6, 7 – вход и выход циклового воздуха; 8 – подвод твердого топлива; 9 – дутьевой вентилятор;
10 – система очистки дымовых газов; 11 – дымосос; 12 – дымовая труба

Для выбранной схемы был проведен тепловой расчет. Данные полученные в результате расчета сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Результаты теплового расчета	
Расход топлива, кг/с	12,2
Температура газов на входе/выходе конвективного ВН, °С	1000/450
Коэффициент избытка воздуха в топке	1,5
Доля рециркуляции газов	1,56
Площадь/стоимость поверхностей нагрева котла, млн. руб.	
Участок А (сталь 12Х18Н10Т)	1669,5 м ² / 1,43
Участок Б (сталь ХН35ВТ)	978,9 м ² / 3,25
Участок В (сталь ХН60ВТ)	648,7 м ² / 7,15
Участок Г (сталь ХН67ВМТЮ)	510,4 м ² / 15,25.
Итого	30550 м ² / 27,08
Сопротивление тракта компримированного воздуха, кПа	7,55
Температура уходящих газов, °С	145
Температура подогрева воздуха на горение, °С	395
КПД котла брутто, %	91,66

Исследование выполнено в Уральском федеральном университете за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-19-00524).

УДК 536.4; 66.045.12

Гильметдинова Ю. Р., Микула В. А., Филиппов П. С., Абаимов Н. А.
Уральский федеральный университет
y.gilmetdinova@mail.ru

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЗООХЛАДИТЕЛЯ

Аннотация. Рассматривается газоохладитель синтез-газа. Проведено моделирование и верификация в пакете CFD. Проведены балансовые расчеты с помощью программы ThermoFlex. По результатам представлена конструкция газоохладителя и определены площади поверхностей охлаждения.

Среди новых угольных технологий, коммерческое распространение которых реально в обозримой перспективе, наиболее высоким экологическим и экономическим потенциалом обладает гибридная схема ПГУ-ВЦГ с внешним сжиганием топлива [1].

На сегодняшний день в российской энергетике теплообменные аппараты, как газоохладители (ГО), не эксплуатируются. В связи с этим нет достаточного опыта конструирования и расчета подобного рода теплообменников. Исходя из